



①9 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

⑫ **Offenlegungsschrift**  
⑩ **DE 44 05 864 A 1**

⑳ Aktenzeichen: P 44 05 864.0  
㉑ Anmeldetag: 23. 2. 94  
㉒ Offenlegungstag: 24. 8. 95

㉓ Int. Cl.<sup>6</sup>:  
**C 10 M 103/00**  
C 01 B 21/064  
// (C10M 103/00,  
125:00, C10N 50:08,  
50:10, 50:04,  
50:02) C09K 3/30,  
C09D 131/04, 133/06,  
101/08, 129/04, 7/12

DE 44 05 864 A 1

㉔ Anmelder:  
Elektroschmelzwerk Kempten GmbH, 81737  
München, DE

㉕ Erfinder:  
Matje, Peter, Dr., 87487 Wiggensbach, DE; Reck,  
Franz, 87474 Buchenberg, DE; Röhlinger, Hans-Uwe,  
87448 Oberdorf, DE

㉖ Festschmierstoffe für Hochtemperaturschraub-, -flansch- und -steckverbindungen

㉗ Die Erfindung betrifft Festschmierstoffe für Hochtempera-  
turschraub-, -flansch- und -steckverbindungen, dadurch  
gekennzeichnet, daß sie hexagonales Bornitrid in Pulverform  
sowie für Festschmierstoffe übliche Zusätze enthalten.

PTO 2003-1920  
S.T.I.C. Translations Branch

DE 44 05 864 A 1

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

BUNDESDRUCKEREI 06. 95 508 034/397

5/28

Die Erfindung betrifft Festschmierstoffe für Hochtemperaturschraub-, -flansch- und -steckverbindungen auf Basis von hexagonalem Bornitrid.

Schraub-, Flansch- und Steckverbindungen für Hochtemperaturanwendungen, die nicht geschmiert werden, unterliegen in verstärktem Maße der Korrosion, was letztendlich zu einem Festfressen der Schraub-, Flansch- oder Steckverbindung führt. Auch die Verwendung von Ölen kann den üblichen Anforderungen an die Schraubverbindungen nicht befriedigend erfüllen, da Öle zum Auskriechen und Verbrennen neigen und somit auch bei ihnen die Gefahr des Austrocknens mit anschließendem Verschleiß der Gewindeoberfläche besteht. Für Hochtemperaturschraub-, -flansch- und -steckverbindungen verwendet man daher in der Regel festschmierstoffhaltige Pasten oder Gleitlacke.

Als Festschmierstoffe werden Molybdändisulfid, Graphit oder Metallpulver wie Kupfer, Aluminium, Blei, Nickel oder Kombinationen dieser Stoffe verwendet (Maschinenmarkt Würzburg 98, 1992, S. 94—101). Molybdändisulfidhaltige Pasten werden an Schraubverbindungen aller Art bis etwa 300°C verwendet. Bei Temperaturen über 300°C werden schwefelfreie Festschmierstoffpasten auf Basis von Graphit oder Metallpulvern verwendet.

Die Verwendung von Metallpulvern ist wegen einer möglichen Gesundheitsgefährdung nachteilig und häufig nicht möglich. So ist Nickel als Bestandteil von Hochtemperaturschraubenpasten ungeeignet, da Nickel in atembarer Form, wie es in Spraydosen vorliegt oder beim Abbürsten benützter mit nickelhaltiger Paste geschmierter Schrauben als Staub auftritt, in Deutschland seit 1985 als krebserregend kennzeichnungspflichtig ist. Molybdändisulfid zersetzt sich bei hohen Temperaturen in gesundheitsgefährdende Stoffe.

Aufgabe der Erfindung war es, Festschmierstoffe zur Verfügung zu stellen, die das Festfressen oder Festbrennen von thermisch stark belasteten Schraub-, Flansch- und Steckverbindungen verhindern.

Die Aufgabe wird gelöst durch Festschmierstoffe, welche dadurch gekennzeichnet sind, daß sie neben den für Festschmierstoffe üblichen Zusätzen hexagonales Bornitrid in Pulverform enthalten.

Die Bornitrid Pulver behalten bei den Temperaturen von -150°C bis etwa 1000°C an Luft, bei denen Hochtemperaturschmierstoffe vorzugsweise zur Anwendung kommen, ihre Schmierfähigkeit. Unter Inertatmosphäre bleibt die Schmierwirkung bis zur Zersetzung des BN erhalten. Sie ermöglichen daher ein Lösen der Verbindung ohne erhöhte Krafteinwirkung. Darüber hinaus werden keine Rostlöser benötigt und ein Beschädigen der Gewinde wird vermieden.

Die erfindungsgemäßen Festschmierstoffe enthalten vorzugsweise hexagonale BN Pulver einer Reinheit größer 90%, vorzugsweise einer Reinheit größer 95% und einer spezifischen Oberfläche von 1—40 m<sup>2</sup>/g, besonders bevorzugt einer spezifischen Oberfläche von 5—20 m<sup>2</sup>/g.

Der erfindungsgemäße Festschmierstoff enthält ein Bindemittel auf organischer oder anorganischer Basis in Mengen von 0 bis 20 Gew.-%.

Beispiele für Bindemittel auf organischer Basis sind Polyvinylacetat, Polymethacrylat, Celluloseester, Polyvinylalkohole und Alkoholate.

Beispiele für Bindemittel auf anorganischer Basis sind Phosphate wie Monoaluminiumphosphat, Borphospha-

te, Silikate, Aluminate.

Vorzugsweise enthalten die erfindungsgemäßen Festschmierstoffe keine Bindemittel.

Der erfindungsgemäße Festschmierstoff kann als Pulver, als Suspension, in Sprayform oder als Paste zur Anwendung kommen. Je nach Anwendungsform wird der erfindungsgemäße Festschmierstoff nach Vermischung mit weiteren Substanzen verwendet.

In Pulverform besteht der erfindungsgemäße Festschmierstoff vorzugsweise aus dem o.g. hexagonalen BN-Pulver sowie mindestens einem der genannten Bindemittel.

Besonders bevorzugt besteht der in Pulverform eingesetzte erfindungsgemäße Festschmierstoff ausschließlich aus hexagonalem Bornitridpulver einer Oberfläche von 1—40 m<sup>2</sup>/g, besonders bevorzugt einer Oberfläche von 5—20 m<sup>2</sup>/g und einer Reinheit größer 90%, besonders bevorzugt einer Reinheit größer 97%. Solche BN-Pulver sind käuflich erhältlich unter der Bezeichnung BN S1 bei der Fa. ESK (München).

Die Erfindung betrifft somit ebenfalls die Verwendung von BN-Pulvern der genannten Beschaffenheit als Hochtemperaturfestschmierstoff für Schraub-, Flansch- und Steckverbindungen.

Wird der Festschmierstoff in Form einer Suspension verwendet, so enthält diese bis zu 30 Gew.%, vorzugsweise etwa 15 Gew.% BN-Pulver in der für die Pulverform genannten Qualität, bis zu 10 Gew.% vorzugsweise bis zu 5 Gew.% des vorgenannten Binders sowie ein geeignetes Suspensionsmittel.

Als Suspensionsmittel sind vorzugsweise Flüssigkeiten geeignet, deren Freisetzung nicht zu Schädigungen der Gesundheit oder der Umwelt führen. So sind als Suspensionsmittel beispielsweise Ethanol, Isopropanol, Aceton, Wasser oder Mischungen mit Wasser geeignet, wobei Wasser bevorzugt geeignet ist.

Die genannte Suspension läßt sich nach Abfüllen in Spraydosen unter Zusatz eines geeigneten Treibmittels in Form eines Sprays anwenden.

Als Treibmittel sind alle üblichen Treibmittel geeignet, wobei umweltfreundliche Treibmittel bevorzugt geeignet sind.

Wird der Festschmierstoff in Form einer Paste verwendet, so enthält diese Paste bis zu 40 Gew.%, vorzugsweise etwa 30 Gew.% BN-Pulver in der für die Pulverform genannten Qualität, bis zu 30 Gew.% vorzugsweise bis zu 15 Gew.% des vorgenannten Bindemittels sowie inerte Füllstoffe bis zu einer Menge von 40 Gew.-%.

Als inerte Füllstoffe können beispielsweise Aluminiumoxid, Titanoxid, Siliciumcarbid, Glimmer und/oder Silikate eingesetzt werden.

Erfindungsgemäße Festschmierstoffe eignen sich für alle bekannten thermisch belasteten Schraub-, Flansch- und Steckverbindungen. Insbesondere eignen sie sich zur Schmierung von Zündkerzengewinden, von Lambdasondengewinden und von Dichtungen wie insbesondere Zylinderkopfdichtungen.

Die folgenden Beispiele dienen der weiteren Erläuterung der Erfindung.

#### Beispiel 1

##### Herstellung einer Schmiermittelsuspension

Das Bornitrid wird unter Rühren (1 h/600 Upm) direkt in die Vorlage aus Suspensionsmittel, in welchem bereits Binder gelöst bzw. dispergiert vorliegen, einge-

arbeitet. Die feinere Verteilung des Festschmierstoffs in der Vorlage gelingt anschließend durch den Einsatz eines Ultra-Turrax (10 min).

Suspension auf Wasserbasis:

340,0 kg Wasser  
1,0 kg Polyvinylalkohol  
60,0 kg Bornitrid BN-S1

Suspension auf Alkoholbasis:

200 kg Ethanol/Isopropanol  
1 kg Polyvinylbutyral  
50 kg Bornitrid BN-S1

#### Beispiel 2

##### Herstellung eines Schmiermittelsprays

Die im Beispiel 1 aufgeführten Rezepturen werden als Stammsuspension zur Sprayabfüllung verwendet. Zusammen mit einem umweltfreundlichen Treibmittel wie Propan/Butan, Kohlendioxid oder Stickstoff erfolgt die volltechnisierte Sprayabfüllung in Druckgaspackungen.

Schmiermittelspray auf Wasserbasis: 50,0 g Suspension auf Wasserbasis + 150,0 g Treibmittel Kohlendioxid

Schmiermittelspray auf Alkoholbasis: 30,0 g Suspension auf Alkoholbasis + 170,0 g Treibmittel Propan/Butan

#### Beispiel 3

##### Herstellung einer Schmiermittelpaste

Das Bornitrid wird, wie im Beispiel 1 beschrieben, mit Hilfe eines Knetrührwerks direkt in die Vorlage aus Suspensionsmittel, in welchem bereits Binder gelöst bzw. dispergiert vorliegen, eingearbeitet. Binder und Bornitridmengen werden so gewählt, daß die Vorlage nach Einbringen sämtlicher Bestandteile die gewünschte pastöse Konsistenz aufweist.

Schmiermittelpaste auf Wasserbasis:

61,0 kg Wasser  
2,0 kg Polyvinylalkohol  
37,0 kg Bornitrid BN-S1

#### Beispiel 4

##### Verwendung des erfindungsgemäßen Festschmierstoffs zur Schmierung von Zündkerzen und Lambdasonde

Der Gewindegang der Zündkerze bzw. der Lambdasonde wird mit dem erfindungsgemäßen Festschmierstoff aus Beispiel 2 eingesprüht bzw. mit dem Festschmierstoff aus Beispiel 3 eingepinselt. Nach dem Trocknen an der Luft wird die Zündkerze in den Zylinderkopf geschraubt, bzw. die Lambdasonde eingesteckt und mit einer Überwurfmutter gesichert. Zum Lösen dieser Verbindung wird nach 100 Betriebsstunden ein Drehmoment im Bereich des Anzugmoments benötigt. Eine Korrosion, die ein Festfressen verursacht hätte, wird nicht beobachtet.

#### Beispiel 5

##### Verwendung des erfindungsgemäßen Schmiermittels als Trennmittel zur leichten Demontage einer Zylinderkopfdichtung

Je eine Zylinderkopfdichtung wird beidseitig mit dem erfindungsgemäßen Feststoffschmiermittel besprüht (Feststoffschmiermittel aus Beispiel 2) oder gestrichen (Feststoffschmiermittel aus Beispiel 1). Nach dem Trocknen wird die Zylinderkopfdichtung in den Motor eingebaut. Nach einer Motorenlaufzeit von 150 h läßt sich die Zylinderkopfdichtung ausbauen, ohne daß sie an Metallteilen haften bleibt und eine Beschädigung der metallischen Dichtflächen durch mechanische Einwirkung auftritt.

#### Patentansprüche

1. Festschmierstoffe für Hochtemperaturschraub-, -flansch- und -steckverbindungen, **dadurch gekennzeichnet**, daß sie hexagonales Bornitrid in Pulverform sowie für Festschmierstoffe übliche Zusätze enthalten.

2. Festschmierstoff gemäß Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß als hexagonales Bornitrid in Pulverform hexagonale BN-Pulver einer Reinheit größer 90% und einer spezifischen Oberfläche von 1—40 m<sup>2</sup>/g verwendet wird.

3. Festschmierstoff gemäß Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß das hexagonale Bornitrid-Pulver eine Reinheit größer 95% und eine spezifische Oberfläche von 5—20 m<sup>2</sup>/g hat.

4. Verwendung von hexagonalem Bornitrid in Pulverform einer Reinheit größer 90% und einer spezifischen Oberfläche von 1—40 m<sup>2</sup>/g als Festschmierstoff.

5. Verwendung eines Festschmierstoffs gemäß einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 3 oder von hexagonalem Bornitrid in Pulverform einer Reinheit größer 90% und einer spezifischen Oberfläche von 1—40 m<sup>2</sup>/g zur Schmierung von Zündkerzen, Lambdasonden oder Zylinderkopfdichtungen.

- Leerseite -

PTO 03-1920

CY=DE DATE=19950824 KIND=A1  
PN=4 405 864

SOLID LUBRICANTS FOR HIGH-TEMPERATURE SCREW-, FLANGE-, AND PLUG-IN  
CONNECTIONS

[Festschmierstoffe für Hochtemperaturschraub-, flansch-, und  
steckverbindungen]

Peter Matje, et al.

UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE  
Washington, D.C. March 2003

Translated by: FLS, Inc.



PUBLICATION COUNTRY	(19) :	DE
DOCUMENT NUMBER	(11) :	4405864
DOCUMENT KIND	(12) :	A1
	(13) :	PUBLISHED APPLICATION
PUBLICATION DATE	(43) :	19950324
PUBLICATION DATE	(45) :	
APPLICATION NUMBER	(21) :	24405864.0
APPLICATION DATE:	(22) :	19940223
ADDITION TO	(61) :	
INTERNATIONAL CLASSIFICATION	(51) :	C10M 103.00; C01B 21/064; C10M 125/00; C10N 50/08; C10N 50/10; C10N 50/04; C10N 50.02; C09K 3/30; C09D 131/04; C09D 133/06; C09D 129.04; C09D 7.12
DOMESTIC CLASSIFICATION	(52) :	
PRIORITY COUNTRY	(33) :	
PRIORITY NUMBER	(31) :	
PRIORITY DATE	(32) :	
INVENTOR	(72) :	MATJE, PETER; RECK, FRANZ; RÖHLINGER, HANS-UWE
APPLICANT	(71) :	ELEKTROSCHMELZWERK KEMPTEN GMBH
TITLE:	(54) :	SOLID LUBRICANTS FOR HIGH-TEMPERATURE SCREW-, FLANGE-, AND PLUG-IN CONNECTIONS
FOREIGN TITLE	[54A] :	FESTSCHMIERSTOFFE FÜR HOCHTEMPERATURSCHRAUB-, FLANSCH-, UND STECKVERBINDUNGEN





## Description

The invention relates to solid lubricants for high-temperature screw-, flange-, and plug-in connections on the basis of hexagonal boron nitride.

Screw-, flange-, and plug-in connections for high-temperature applications, that are not lubricated, are subject to corrosion to a higher degree which, ultimately, results in a jamming of the screw-, flange-, or plug-in connection. Nor can the use of oils satisfactorily meet the usual requirements in these screw joints because oils tend to creep out and burn, and, hence, the danger of a drying out and subsequent wear and tear on the threaded surface exists with them, as well. Therefore, as a rule, solid lubricant-containing pastes or friction-reducing lacquers are used for high-temperature screw-, flange-, and plug-in connections.

Molybdenum sulfide, graphite, or metal powders, such as copper, aluminum, lead, nickel, or combinations of these substances, are used as solid lubricants (Würzburg Machine Marketplace 98, 1992, p. 94 - 101).

Molybdenum sulfide-containing pastes are used on screw joints of all kinds up to 300°C. With temperatures in excess of 300°C, sulfur-free solid lubricants on the basis of graphite or metal powders are used.

The use of metal powders is disadvantageous due to potential health hazards, and is frequently not an option. Thus, nickel is unsuitable as a component of high-temperature screw pastes because, in a breathable form as it is present in spray cans, or when it occurs as a dust when used screws are brushed off, has been recognized as a carcinogen in Germany

The first part of the paper discusses the importance of understanding the cultural context of the research. It highlights the need for researchers to be sensitive to the values and beliefs of the communities they are studying. This is particularly important in the field of education, where cultural differences can significantly impact learning outcomes.

The second part of the paper focuses on the methodology used in the study. It describes the process of selecting participants, collecting data, and analyzing the results. The authors emphasize the importance of using a mixed-methods approach to gain a comprehensive understanding of the research topic.

The third part of the paper presents the findings of the study. It discusses the results of the quantitative data analysis and the insights gained from the qualitative interviews. The authors conclude that there are significant differences in learning outcomes between the two groups, and these differences can be attributed to cultural factors.

The final part of the paper discusses the implications of the findings for future research and practice. It suggests that educators should be aware of the cultural context of their students and tailor their teaching methods accordingly. Additionally, it calls for further research to explore the underlying reasons for the observed differences.

since 1985 and must be labeled as such. Molybdenum sulfide disintegrates into harmful substances at high temperatures.

It was the objective of the invention to provide solid lubricants which would prevent the jamming or baking on of screw-, flange-, and plug-in connections that are under high thermal stress loads.

This objective is realized through solid lubricants which are characterized in that, apart from standard additives for solid lubricants, they contain hexagonal boron nitride in a powder form.

At temperatures of  $-150^{\circ}\text{C}$  to about  $1,000^{\circ}\text{C}$  in air in which high-temperature lubricants are preferably used, boron nitride powders keep their lubricating power. Under an inert atmosphere, the lubricating effect is maintained until the BN disintegrates. Therefore, they facilitate a disengagement of the connection without an increase of force. Moreover, no penetrating oils are needed and damage to the threads is avoided.

The solid lubricants in accordance with the invention, preferably, contain hexagonal BN powder of a purity of greater than 90%, preferably, a purity of greater than 95%, and a specific surface of  $1\text{--}40\text{ m}^2/\text{g}$ , especially preferably, a specific surface of  $5\text{--}20\text{ m}^2/\text{g}$ .

The solid lubricant in accordance with the invention contains an organically or inorganically based bonding agent in quantities from 0 to 20 wt. %.

Examples for organically based bonding agents are polyvinyl acetate, polymethacrylate, cellulose ester, polyvinyl alcohols, and alcoholates.

The first part of the paper discusses the importance of the study and the objectives of the research. It highlights the need for a comprehensive understanding of the subject matter and the role of the researcher in this process. The second part of the paper presents the methodology used in the study, including the data collection methods and the analysis techniques. The third part of the paper discusses the results of the study and the conclusions drawn from the findings. The final part of the paper provides a summary of the key points and offers suggestions for further research.

The study was conducted in a systematic and rigorous manner, following the principles of scientific research. The data was collected from a large sample of participants, ensuring the representativeness of the findings. The analysis was performed using advanced statistical techniques, allowing for a detailed examination of the data. The results of the study are presented in a clear and concise manner, highlighting the key findings and their implications.

The findings of the study have significant implications for the field of research. They provide a new perspective on the subject matter and offer valuable insights into the underlying mechanisms. The study also identifies areas for further research, suggesting that the current findings are a starting point for a more in-depth exploration of the topic.

In conclusion, the study has provided a comprehensive overview of the subject matter and has identified key areas for further research. The findings are presented in a clear and concise manner, highlighting the key points and offering suggestions for future work. The study is a valuable contribution to the field of research and provides a solid foundation for further exploration.

Examples for inorganically based bonding agents are phosphates, such as monoaluminum phosphate, boron phosphates, silicates, aluminates.

The solid lubricants in accordance with the invention, preferably, do not contain any bonding agents.

The solid lubricant in accordance with the invention may be used as a powder, suspension, in the form of a spray, or as a paste. Depending upon the form of application, the solid lubricant in accordance with the invention is used after it has been mixed with additional substances.

In a powder form, the solid lubricant in accordance with the invention, preferably, consists of the above-mentioned hexagonal BN powder, as well as of, at least, one of the mentioned bonding agents.

It is especially preferable that the solid lubricant which is used in powder form consist of hexagonal boron nitride powder with a surface of 1-40 m<sup>2</sup>/g, exclusively, a surface of 5-20 m<sup>2</sup>/g and a purity of greater than 90% being especially preferred, and a purity of greater than 97% being most especially preferred. Such BN powders can be purchased under the name BN S1 from the ESK Corporation (Munich).

Thus, the invention also relates to the use of BN powders of the mentioned properties as a high-temperature lubricant for screw-, flange-, and plug-in connections.

If the solid lubricant is used in the form of a suspension, it contains up to 30 wt.%, preferably, about 15 wt.% of BN powder in the grade specified for the powder form, up to 10 wt.%, preferably, up to 5 wt.% of the



previously mentioned bonding agent, as well as an appropriate suspending medium.

Preferable, appropriate suspension media are liquids, the release of which will not result in any harm to health or the environment. Thus, for instance, ethanol, isopropanol, acetone, water, or mixtures with water, are appropriate suspension media, whereas water is preferable.

After filling it into spray cans with the addition of an appropriate propellant, the mentioned suspension can be applied in the form of a spray.

All standard propellants are suitable as propellants, whereas environmentally friendly propellants are preferable.

If the solid lubricant is used in the form of a paste, this paste contains up to 40 wt.%, preferably, about 30 wt.% of EN powder in the grade specified for the powder form, up to 30 wt.%, preferably, up to 15 wt.% of the previously mentioned bonding agents, as well as inert fillers up to a quantity of 40 wt.%.

Examples of inert filler options include aluminum oxide, titanium oxide, silicon carbide, mica, and/or silicates.

Solid lubricants in accordance with the invention are appropriate for any known screw-, flange-, and plug-in connections that are subjected to thermal stress. They are particularly well-suited for the lubrication of spark plug sockets, oxygen sensor sockets, and seals, such as, particularly, cylinder head gaskets.

The following examples will serve to further explain the invention.

100

101

102

103

104

105

106

107

108

109

110

111

112

113

114

115

116

117

118

119

120

121

122

123

124

125

126

127

128

129

130

131

132

133

134

135

136

137

138

139

140

141

142

143

144

145

146

147

148

149

150

151

152

153

154

155

156

157

158

159

160

161

162

163

164

165

166

167

168

169

170

171

172

173

174

175

176

177

178

179

180

181

182

183

184

185

186

187

188

189

190

191

192

193

194

195

196

197

198

199

200



### Example 1

#### Preparation of a lubricant suspension

The boron nitride is directly worked (1h/600 Upm) into the distillate of the suspension medium in which the bonding agents are already present in dissolved or dispersed form, while stirring. The finer distribution of the solid lubricant in the distillate is subsequently managed through the use of an Ultra-Turrax (10 min.).

##### Water-based suspension:

- 340.4 kg of water
- 1.0 kg of polyvinyl alcohol
- 60.0 kg of boron nitride BN-S1

##### Alcohol-based suspension:

- 200 kg of ethanol/isopropanol
- 1 kg of polyvinyl butyral
- 50 kg of boron nitride BN-S1

### Example 2

#### Preparation of a lubricant spray

The formulations listed in Example 1 are used as the original suspension which is filled into the spray. Together with an environmentally friendly propellant, such as propane/butane, carbon dioxide, or nitrogen, the fully technical filling of the spray is carried out into compressed gas cylinders.

Water-based lubricant spray: 50.0 g of water-based suspension +  
150.0 g of propellant carbon dioxide

100

101

102

103

104

105

106

107

108

109

110

111

112

113

114

115

116

117

118

119

120

121

122

123

124

125

126

127

128

129

130

131

132

133

134

135

136

137

138

139

140

141

142

143

144

145

146

147

148

149

150

151

152

153

154

155

156

157

158

159

160

161

162

163

164

165

166

167

168

169

170

171

172

173

174

175

176

177

178

179

180

181

182

183

184

185

186

187

188

189

190

191

192

193

194

195

196

197

198

199

200

Alcohol-based lubricant spray: 30.0 g of alcohol-based suspension  
+ 170.0 g of propellant propane/butane

#### Example 3

##### Preparation of lubricant paste

As in Example 1, the boron nitride is directly worked into the distillate of the suspension medium in which the bonding agents are already present in a dissolved or dispersed form, with the assistance of a mixing apparatus. The bonding agents and boron nitride quantities are selected, so that the distillate will exhibit the desired consistency after all components have been introduced.

Water-based lubricant paste:

61.0 kg of water

2.0 kg of polyvinyl alcohol

37.0 kg of boron nitride BN-S1

#### Example 4

Use of the solid lubricant in accordance with the invention to  
lubricate spark plugs and oxygen sensor

The socket of the spark plug or the oxygen sensor is sprayed with the invented solid lubricant from Example 2, or the solid lubricant from Example 3 is brushed on. After air-drying, the spark plug is screwed into the cylinder or the oxygen sensor is plugged in and secured with a swivel nut. To undo this connection, one torsional momentum is required after 100 hours of operation in the range of the starting torque. Corrosion, which would have caused a jamming, is not observed.



### Example 5

Use of the lubricant in accordance with the invention as a separating fluid for the easy removal of a cylinder head gasket

One cylinder head gasket, respectively, is bilaterally sprayed with the solid lubricant in accordance with the invention (solid lubricant from Example 2), or it is brushed on (solid lubricant from Example 1).

After drying, the cylinder head gasket is installed in the engine. After an engine running time of 150 h, the cylinder head gasket can be removed without sticking to the metal parts, and without any damage occurring to the metallic sealing joints as a result of mechanical impact.

### Patent Claims

1. Solid lubricants for high-temperature screw-, flange-, and plug-in connections characterized in that they contain hexagonal boron nitride in a powder form, as well as common additives for solid lubricants.

2. Solid lubricants, in accordance with Claim 1, characterized in that hexagonal BN powder in a purity of greater than 90% and a specific surface of  $1-40 \text{ m}^2/\text{g}$  is used as the hexagonal boron nitride in powder form.

3. Solid lubricants, in accordance with Claim 2, characterized in that the hexagonal boron nitride powder has a purity of greater than 95% and a specific surface of  $5-20 \text{ m}^2/\text{g}$ .

4. Use of hexagonal boron nitride in a powder form of a purity of greater than 90% and a specific surface of  $1-40 \text{ m}^2/\text{g}$  as a solid lubricant.



5. Use of a solid lubricant, in accordance with one or several of the Claims 1 to 3, or of hexagonal boron nitride in a powder form of a purity of greater than 90% and a specific surface of 1-40 m<sup>2</sup>/g for the lubrication of spark plugs, oxygen sensors, or cylinder head gaskets.

100

101

102

103

104

105

106

107

108

109

110

111

112

113

114

115

116

117

118

119

120

121

122

123

124

125

126

127

128

129

130

131

132

133

134

135

136

137

138

139

140

141

142

143

144

145

146

147

148

149

150

151

152

153

154

155

156

157

158

159

160

161

162

163

164

165

166

167

168

169

170

171

172

173

174

175

176

177

178

179

180

181

182

183

184

185

186

187

188

189

190

191

192

193

194

195

196

197

198

199

200

201

202

203

204

205

206

207

208

209

210

211

212

213

214

215

216

217

218

219

220

221

222

223

224

225

226

227

228

229

230

231

232

233

234

235

236

237

238

239

240

241

242

243

244

245

246

247

248

249

250

251

252

253

254

255

256

257

258

259

260

261

262

263

264

265

266

267

268

269

270

271

272

273

274

275

276

277

278

279

280

281

282

283

284

285

286

287

288

289

290

291

292

293

294

295

296

297

298

299

300

301

302

303

304

305

306

307

308

309

310

311

312

313

314

315

316

317

318

319

320

321

322

323

324

325

326

327

328

329

330

331

332

333

334

335

336

337

338

339

340

341

342

343

344

345

346

347

348

349

350

351

352

353

354

355

356

357

358

359

360

361

362

363

364

365

366

367

368

369

370

371

372

373

374

375

376

377

378

379

380

381

382

383

384

385

386

387

388

389

390

391

392

393

394

395

396

397

398

399

400

401

402

403

404

405

406

407

408

409

410

411

412

413

414

415

416

417

418

419

420

421

422

423

424

425

426

427

428

429

430

431

432

433

434

435

436

437

438

439

440

441

442

443

444

445

446

447

448

449

450

451

452

453

454

455

456

457

458

459

460

461

462

463

464

465

466

467

468

469

470

471

472

473

474

475

476

477

478

479

480

481

482

483

484

485

486

487

488

489

490

491

492

493

494

495

496

497

498

499

500

501

502

503

504

505

506

507

508

509

510

511

512

513

514

515

516

517

518

519

520

521

522

523

524

525

526

527

528

529

530

531

532

533

534

535

536

537

538

539

540

541

542

543

544

545

546

547

548

549

550

551

552

553

554

555

556

557

558

559

560

561

562

563

564

565

566

567

568

569

570

571

572

573

574

575

576

577

578

579

580

581

582

583

584

585

586

587

588

589

590

591

592

593

594

595

596

597

598

599

600

601

602

603

604

605

606

607

608

609

610

611

612

613

614

615

616

617

618

619

620

621

622

623

624

625

626

627

628

629

630

631

632

633

634

635

636

637

638

639

640

641

642

643

644

645

646

647

648

649

650

651

652

653

654

655

656

657

658

659

660

661

662

663

664

665

666

667

668

669

670

671

672

673

674

675

676

677

678

679

680

681

682

683

684

685

686

687

688

689

690

691

692

693

694

695

696

697

698

699

700

701

702

703

704

705

706

707

708

709

710

711

712

713

714

715

716

717

718

719

720

721

722

723

724

725

726

727

728

729

730

731

732

733

734

735

736

737

738

739

740

741

742

743

744

745

746

747

748

749

750

751

752

753

754

755

756

757

758

759

760

761

762

763

764

765

766

767

768

769

770

771

772

773

774

775

776

777

778

779

780

781

782

783

784

785

786

787

788

789

790

791

792

793

794

795

796

797

798

799

800

801

802

803

804

805

806

807

808

809

810

811

812

813

814

815

816

817

818

819

820

821

822

823

824

825

826

827

828

829

830

831

832

833

834

835

836

837

838

839

840

841

842

843

844

845

846

847

848

849

850

851

852

853

854

855

856

857

858

859

860

861

862

863

864

865

866

867

868

869

870

871

872

873

874

875

876

877

878

879

880

881

882

883

884

885

886

887

888

889

890

891

892

893

894

895

896

897

898

899

900

901

902

903

904

905

906

907

908

909

910

911

912

913

914

915

916

917

918

919

920

921

922

923

924

925

926

927

928

929

930

931

932

933

934

935

936

937

938

939

940

941

942

943

944

945

946

947

948

949

950

951

952

953

954

955

956

957

958

959

960

961

962

963

964

965

966

967

968

969

970

971

972

973

974

975

976

977

978

979

980

981

982

983

984

985

986

987

988

989

990

991

992

993

994

995

996

997

998

999

1000



Blank page

